

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 14627 A 1**

②① Aktenzeichen: P 37 14 627.0  
②② Anmeldetag: 2. 5. 87  
④③ Offenlegungstag: 19. 11. 87

⑤① Int. Cl. 4:  
**B 04 B 13/00**  
B 04 B 9/04  
B 04 B 9/00  
B 04 B 9/10  
B 04 B 9/12  
H 02 P 7/63

**Behördeneigenthum**

DE 37 14627 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
14.05.86 DD WP B 04 B/290205

⑦① Anmelder:  
VEB Kombinat Nagema, DDR 8045 Dresden, DD

⑦④ Vertreter:  
Seckel, U., Pat.-Ing., DDR 4730 Artern

⑦② Erfinder:  
Thürmer, Reinhard, DDR 4731 Ichstedt, DD

⑥④ **Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugalseparatoren**

Die Erfindung betrifft einen leistungselektronischen Antrieb für Zentrifugalseparatoren für vorzugsweise größere Leistungen, bei denen der Motor direkt an die Spindel des Zentrifugalseparators angeflanscht ist.

Das Ziel der Erfindung besteht darin, durch den Direktantrieb der Separatorenspindel eine während der Anfahr-, der Betriebs- und der Abbremsphase variabel einstellbare optimale Drehzahl zu gewährleisten und durch Einsatz von Serienmotoren die Betriebs- und die Herstellungskosten bei einem optimalen Masse-Leistungsverhalten gering zu halten.

Erfindungsgemäß erfolgt das dadurch, daß mittels eines bekannten Frequenzumrichters, bestehend aus einer ungesteuerten Drehstrombrücke und eines mit Thyristoren aufgebauten mehrpulsigen, rechnergestützt arbeitenden Drehstromwechselrichters, der Antrieb, die Steuerung und die Regelung eines standardmäßig ausgeführten Induktionsmotors, vorzugsweise eines Drehstromkurzschlußläufermotors, erfolgt und mittels des Frequenzumrichters in Abhängigkeit der Prozeßparameter die entsprechende Separatorendrehzahl eingestellt wird.

DE 37 14627 A 1

## Patentansprüche

1. Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugal-separatoren für vorzugsweise größerer Leistungen, bei denen der Motor direkt mit der Spindel des Zentrifugalseparators verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines bekannten Frequenzumrichters (7), bestehend aus einer ungesteuerten Drehstrombrücke und eines mit Thyristoren aufgebauten mehrpulsigen, rechnergestützt arbeitenden Drehstromwechselrichters, der Antrieb, die Steuerung und die Regelung eines standardmäßig ausgeführten Induktionsmotors, vorzugsweise eines Drehstromkurzschlußläufermotors (6) erfolgt und mittels des Frequenzumrichters (7) in Abhängigkeit der Prozeßparameter die entsprechende Separatordrehzahl eingestellt wird.

2. Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugal-separatoren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teile des standardmäßig hergestellten Induktionsmotors (6) als Einbaumotor in den Zentrifugalseparator so eingebaut sind, daß der wicklungslose Rotor und die Statorstromwicklung zwischen den Lagern (4) und (6) der Separatorenspindel (3) angeordnet sind.

3. Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugal-separatoren nach den Punkten 1—2, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren (8) in der Ableitung der Zentrifugalseparatoren angeordnet sind, die die Parameter des bearbeiteten Gutes erfassen und diese zu einer zugeordneten als Rechner arbeitenden Bewertungseinheit (9) melden, und nach Bewertung ein Steuersignal mittels einer Ansteuer-einrichtung (10) an den Frequenzumrichter (7) gemeldet wird.

4. Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugal-separatoren nach den Punkten 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Bremsphase auftretende kinetische Energie der Separatortrommel (2) durch den Induktionsmotor (6), der generatorisch als Asynchrongenerator arbeitet, erzeugte elektrische Energie über den Frequenzumrichter (7) einem zugeordneten elektrischen Nutzwiderstand (11) zur weiteren Verwendung zugeführt wird.

## Beschreibung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen leistungselektronischen Antrieb für Zentrifugalseparatoren für vorzugsweise größere Leistungen, bei denen der Motor direkt mit der Spindel des Zentrifugalseparators verbunden ist.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind die unterschiedlichsten Ausführungen von Direktantrieben für Zentrifugalseparatoren, bei denen die allgemein gebräuchlichen Getriebe und Kupplungen entfallen und die Drehmomentenübertragung vom Motor direkt auf die Antriebsspinde des Zentrifugalseparators bzw. direkt auf die Zentrifugentrommel erfolgt.

Insbesondere wurde ein Antrieb für Zentrifugalseparatoren bekannt, bei dem ein Spezialmotor unterhalb der Separatortrommel eingebaut ist. Auf der Trommel befinden sich zwei Rotoren, ein ferromagnetischer für den Anlauf und ein normaler Kurzschlußläufer für

den Dauerbetrieb. Die Statorwicklung wird durch einen speziellen Mechanismus über den jeweiligen Rotor geschoben.

Der Nachteil dieses Antriebs resultiert daraus, daß für Induktionsmotoren geringe Toleranzen erforderlich sind und diese notwendigen Genauigkeiten bedeuten bei der Übertragung der erforderlichen Kräfte eine aufwendige Spezialausführung. Sowohl eine höhere Drehzahl, wie sie gewöhnlich für Zentrifugalseparatoren üblich ist, als auch eine Veränderung der Betriebsdrehzahl entsprechend des technologischen Prozeßablaufes des Zentrifugalseparators ist bei normalem Netzbetrieb nicht zu erreichen.

Bei weiteren bekannten Direktantrieben von Zentrifugalseparatoren erfolgt der Antrieb über die Trommelspindel mittels Spezialantriebsmaschinen, die nur für den stationären Betrieb bei Nenndrehzahl geeignet sind und einen Spezialmotor erfordern. Dieser Spezialmotor ist im wesentlichen gekennzeichnet durch eine Hohlwelle, in der die Trommelspindel geführt und gelagert wird. Hohlwelle und Trommelspindel sind formschlüssig so verbunden, daß die Kraftübertragung einschließlich der dynamischen Bewegungen der Trommel gewährleistet sind. Die dazu erforderliche spezielle Verzahnung ist erhöht beansprucht und Verschleiß behaftet. Stator und Rotorwicklung sind eine Spezialausführung, da sie der Konfiguration der Hohlwelle und Gehäuseform sowie den magnetischen und thermischen Besonderheiten entsprechen müssen. Bei dieser Antriebsart wird eine erhöhte Drehzahl über eine höhere Frequenz erreicht. In diesem Fall treten jedoch beim Anlauf schwer zu beherrschende Erwärmungen auf. Weiterhin wirkt sich nachteilig aus, daß eine Veränderung der Arbeitsdrehzahl des Zentrifugalseparators entsprechend des technologischen Prozeßablaufes nicht möglich ist. Die neuesten technologischen Erkenntnisse fordern jedoch eine genaue Regelbarkeit der Drehzahl der Zentrifugentrommel zum Zwecke der Stoff und Stoffmengen bezogenen Optimierung des Trennprozesses. Diese starren Arbeitsdrehzahlen beinhalten die gleichen technologischen Nachteile wie sie die bisher allgemein gebräuchlichen Antriebe mit Getriebe und Kupplung aufweisen. Ebenfalls nachteilig wirkt sich die Abschaltung des Zentrifugalseparators aus, die bei dieser Antriebsvariante zu zusätzlichen kritischen Schwingungsresonanzen führt.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen leistungselektronischen Antrieb für Zentrifugalseparatoren zu entwickeln, mit dem ein Direktantrieb der Trommelspindel derart ermöglicht wird, daß bei Gewährleistung einer während der Anfahrt, der Betriebs- und der Abbremsphase variabel einstellbaren optimalen Drehzahl, durch Einsatz von Serienmotoren die Betriebs- und die Herstellungskosten bei einem optimalen Masse-Leistungsverhalten gering gehalten werden, wobei gleichzeitig ein wartungsfreier Dauerbetrieb mit geringsten Verlustenergien gewährleistet wird.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen leistungselektronischen Antrieb für Zentrifugalseparatoren zu schaffen, bei dem ein serienmäßig gefertigter Antriebsmotor so gesteuert und geregelt wird, daß jede technologisch bedingte Arbeitsdrehzahl außerhalb kri-

tischer Drehzahlbereiche in dem Bereich von 1000 bis 6000 min<sup>-1</sup> realisiert wird und gleichzeitig der Anlauf und der Bremsvorgang ohne zusätzliches Umschalten am Motor in einer vertretbaren Anlaufs- bzw. Bremszeit ohne Überschreitung der thermischen und dynamischen Motorparameter erfolgt.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß mittels eines bekannten Frequenzumrichters, bestehend aus einer ungesteuerten Drehstrombrücke und eines mit Thyristoren aufgebauten mehrpulsigen rechnergestützt arbeitenden Drehstromwechselrichters, der Antrieb, die Steuerung und die Regelung eines standardmäßig ausgeführten Induktionsmotors, vorzugsweise eines Drehstromkurzschlußläufermotors erfolgt, und mittels des Frequenzumrichters in Abhängigkeit der Prozeßparameter die entsprechende Separatordrehzahl eingestellt wird.

Die Verwendung eines bekannten leistungselektronischen Drehstrom-Frequenzumrichters ermöglicht den Einsatz eines standardmäßig ausgeführten Induktionsmotors, vorzugsweise eines zweipoligen Kurzschlußläufermotors für den Direktantrieb.

Äquivalent dazu kann auch erfindungsgemäß der Einbau von Teilen des gleichen standardmäßig ausgeführten Drehstromkurzschlußläufermotors in einem Zentrifugalseparator erfolgen, wobei in diesem Fall der wicklungslose Rotor und die Statorstromwicklung zwischen dem Hals- und dem Fußlager der Separatorenspindel angeordnet sind. Bei der Anfahr-, Betriebs- und Abbremsphase wird entsprechend dem in den rechnergestützt arbeitenden Drehstromfrequenzumrichter eingegebenem Programm dem Induktionsmotor, vorzugsweise dem Drehstromkurzschlußläufermotor, die jeweils erforderliche Drehzahl zugeordnet, so daß während des gesamten Betriebes des Zentrifugalseparators keine Veränderung an der Separiereinrichtung bzw. keine Umschaltung am Motor, unabhängig von dem zu separierenden Gut bzw. von den Separiermengen erfolgt, da immer die jeweilige erforderliche Drehzahl gefahren wird. Bei der Separierung von Stoffen, bei denen die separierten Phasen genau vorher bestimmte immer gleichbleibende Parameter aufweisen müssen, werden erfindungsgemäß Sensoren in der Ableitung der Zentrifugalseparatoren angeordnet, die die Parameter des bearbeiteten Gutes erfassen und diese zu einer zugeordneten als Regler arbeitenden Bewertungseinheit melden und nach Bewertung ein Steuersignal mittels einer Ansteuereinrichtung an den Frequenzumrichter melden. Dieser Regelkreis ermöglicht durch ständiges Erfassen der Parameter des separierten Gutes mittels Sensoren und den ständigen Vergleich mit dem Sollwert eine sofortige Wiedereinstellung auf den Sollwert bei Abweichung durch Änderung der Drehzahl der Separatorenstrommel durch den Frequenzumrichter, so daß eine Feineinstellung der Separatordrehzahl und somit eine Regelung des Separierprozesses in Abhängigkeit von der Qualität des Separiergutes erfolgt. Bei Separatoren größerer Bauart kann in der Bremsphase die hohe kinetische Energie der schnell drehenden Separatorenstrommel in Form von Wärmeenergie dadurch zurückgewonnen werden, daß erfindungsgemäß diese kinetische Energie der Separatorenstrommel durch den Induktionsmotor, der generatorisch als Asynchrongenerator arbeitet, in elektrische Energie umgewandelt wird und diese über den Frequenzumrichter einem zugeordneten elektrischen Nutzwiderstand zur weiteren Verwendung zugeführt wird.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

Die Zeichnung stellt schematisch einen Zentrifugalseparator 1 mit der Separatorenstrommel 2, die auf der Separatorenspindel 3 aufsitzt und von dieser geführt wird, dar. Die Separatorenspindel 3 wird im Halslager 4 und im Fußlager 5 gelagert. An die Separatorenspindel 3 ist ein standardmäßig ausgeführter Induktionsmotor 6, vorzugsweise ein zweipoliger Drehstromkurzschlußläufermotor für 50 Hz, direkt angeschlossen. Erfindungsgemäß können auch die Teile des standardgemäß hergestellten Induktionsmotors, d. h. der wicklungslose Rotor und die Statorstromwicklung zwischen dem Halslager 4 und dem Fußlager 5 der vertikalen Separatorenspindel 3 angeordnet werden. Diese Ausführung ist in der Zeichnung nicht dargestellt. Der Drehstromkurzschlußläufermotor 6 wird mittels eines an sich bekannten leistungselektronischen Frequenzumrichters 7 gesteuert. Der Frequenzumrichter 7 ist mit einer Ansteuereinheit 10 so verbunden, daß eine der Ansteuereinheit 10 vorgeschaltete Bewertungseinrichtung 9, an welche Sensoren 8 zur Prozeßgrößermittlung im Ablauf des Zentrifugalseparators 1 angeschlossen sind, auf den Frequenzumrichter 7 einwirkt. Beim Anfahren des Zentrifugalseparators 1 wird entsprechend dem eingegebenen Programm vom Frequenzumrichter 7 eine Frequenz erzeugt, durch die der erforderliche Schlupf in der Höhe entsteht, so daß stets das gleiche Motormoment bei optimalem Verhältnis zwischen Frequenz, Drehzahl, Strom, Spannung und Verlustleistung gebildet wird. Nach Erreichen der vorprogrammierten Nennfrequenz und damit der entsprechenden asynchronen Drehzahl ist der Anlauf des Zentrifugalseparators 1 abgeschlossen. Analog verläuft auch die Betriebs- und die Bremsphase des Zentrifugalseparators 1. Dabei ermöglicht die Regelbarkeit des Frequenzumrichters eine Regelbarkeit der Drehzahl und damit des Durchsatzes und der Trennschärfe. Für technologisch bedingte Betriebsarten, wie der Betrieb mit Reinigungsmittel oder Verfahrensänderungen, kann jede beliebige Drehzahl zwischen Null und maximaler Drehzahl gefahren werden. Bei der Separierung von Stoffen, bei denen die separierten Phasen genau vorher bestimmte immer gleichbleibende Parameter aufweisen, z. B. beim Separieren von Rohmilch im Rahm und entrahmter Milch mit konstantem vorher bestimmten Fettgehalt, wird der erforderliche Fettgehalt der Milch in die Bewertungseinheit 9 als Sollwert eingegeben. Die Sensoren 8, die in der Ableitung des Zentrifugalseparators 1 angeordnet sind, erfassen den Istwert und melden diesen der Bewertungseinrichtung 9, die im Vergleich zwischen Ist- und Sollwert die Abweichung feststellt. Die Ausgangssignale der Bewertungseinrichtung 9 sind so bemessen, daß entsprechend der Betriebsphase diese mittels der Ansteuereinheit 10 so in den Frequenzumrichter 7 eingegeben werden, daß die Frequenz des Frequenzumrichters 7 und somit die Drehzahl vom Motor 6 und der Separatorenstrommel 2 so verändert wird, daß infolge der Drehzahländerung der Trenneffekt derart beeinflußt wird, daß die Parameter des Sollwertes mit dem separierten Gut erreicht werden. Bei Bedarf kann während der Bremsphase die hohe kinetische Energie der schnell drehenden Separatorenstrommel 2 wieder genutzt werden, indem analog des Hochlaufs, aber mit negativem Schlupf, der Motor 6 mit einer Spannung und einer damit verbundenen Frequenz so beaufschlagt

wird, daß sich ein asynchrones generatorisches Betriebsverhalten einstellt und somit die Drehzahl der Separatorentrommel durch ein konstantes Bremsmoment ständig verringert wird bis zum Stillstand. Die infolge der generatorischen Bremsphase aus kinetischer Energie umgewandelte Elektroenergie wird über den Frequenzumrichter 7 in einen Lastwiderstand 11 eingespeist. Die hier entstehende Wärmeenergie kann dann der weiteren Nutzung zugeführt werden.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch den Einsatz eines Frequenzumrichters 7 es ermöglicht wird, beim Antrieb von Zentrifugalseparatoren einen serienmäßigen Induktionsmotor, vorzugsweise einen zweipoligen Drehstromkurzschlußläufermotor zu verwenden bei gleichzeitigem Wegfall von Kupplung und Getriebe. Die Vorteile eines wartungsarmen Drehstromkurzschlußläufermotors mit Oberflächenbelüftung mit seinem hohen Wirkungsgrad, drehzahlstabilem Nebenschlußverhalten und für Elektromotoren besten Masse-Leistungsverhältnis, welches über der Nenn-drehzahl noch wesentlich verbessert wird, kann somit genutzt werden.

Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich daraus, daß mit der erfindungsgemäßen Lösung der bisher problematische Anlaufvorgang frequenzgeführt und ohne mechanische oder elektrische Überbelastung beim Nennschlupf durchgeführt wird. Für den Dauerbetrieb, also für das Fahren mit Produkt, ist infolge der Regelbarkeit des Frequenzumrichters eine Optimierung der Drehzahl in bezug auf Durchsatz und Trennschärfe möglich.

Für technologisch bedingte Betriebsarten, wie Betrieb mit Reinigungsmitteln oder Verfahrensänderung, kann jede beliebige Drehzahl zwischen Null und der maximalen möglichen Drehzahl gefahren werden, ohne wesentliche Verringerung der Nennleistung. Dabei werden kritische Drehzahlen planmäßig vermieden. Ebenso kann der Bremsvorgang generatorisch bei negativem Schlupf frequenzgeführt mit etwa gleichbleibenden Bremsmoment durchgeführt werden. Hierzu ist keine Umschaltung am Motor erforderlich. Damit kann während der Abbremsphase eine Rückgewinnung der in der Trommel gespeicherten kinetischen Energie erfolgen und als Wärmeenergie der weiteren Nutzung zugeführt werden.

Aufstellung  
der verwendeten Bezugszeichen der Erfindung  
"Leistungselektronischer Antrieb für Zentrifugalseparatoren"

- 1 Zentrifugalseparator
- 2 Separatorentrommel
- 3 Separatorenspindel
- 4 Lager der Separatorenspindel 3
- 5 Lager der Separatorenspindel 3
- 6 Induktionsmotor, vorzugsweise Drehstromkurzschlußläufermotor
- 7 Frequenzumrichter
- 8 Sensoren
- 9 Bewertungseinrichtung
- 10 Ansteuereinheit
- 11 Lastwiderstand

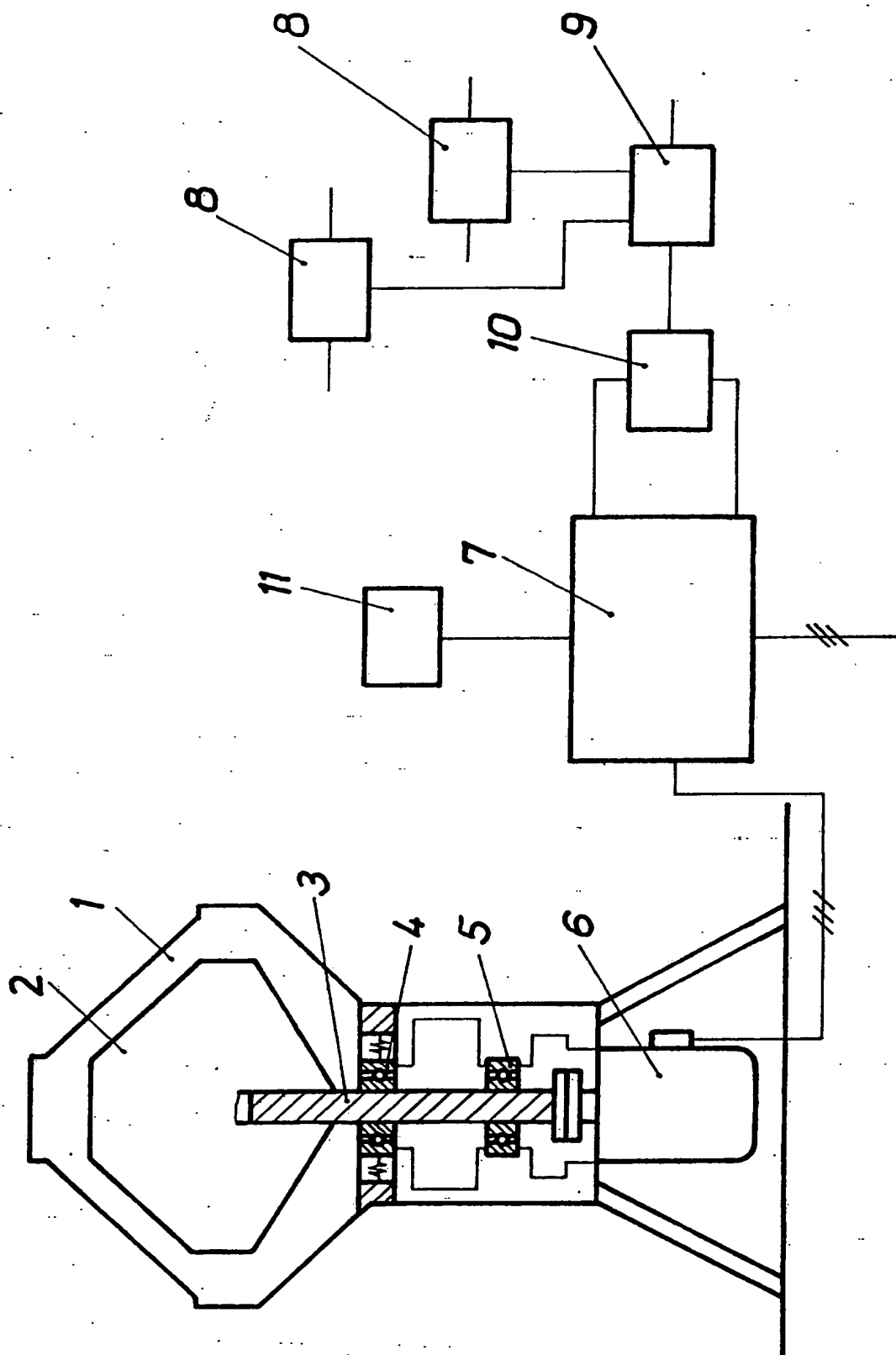
- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

3714627

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 14 627  
B 04 B 13/00  
2. Mai 1987  
19. November 1987



708 847/535

BEST AVAILABLE COPY